Aus dem Arbeitsphysiologischen Institut der Universität Breslau
Direktor: Prof. Dr. Adolf Basler

Ueber einige Arbeitsstellungen des Menschen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der Medizin
bei der Hohen Medizinischen Fakultät der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau.

Vorgelegt von

Georg Just.

Breslau 1939.

Buchdruckerei und Verlag Eugen Jakubik, Breslau 10, Wörtherstraße 6

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

I. Referent: Prof. Dr. A. Basler
II. Referent: Prof. Dr. Schriever
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern in Dankbarkeit!

Um von der Fortbewegung auszuruhen, gibt jeder Mensch im allgemeinen je nach seiner Individualität und dem Kulturkreis, dem er angehört, dem Körper eine bestimmte Stellung.

Der eine legt sich auf den Rücken, der andere auf die Seite, der dritte setzt sich zum Ausruhen auf einen Stuhl, der Japaner kniet, der Malaye hockt, der Türke kreuzt die Beine. Rechnet man, wie das Regnault[1]) tut, auch unter gewissen Bedingungen das „Stehen" unter die Ruhestellungen, dann läßt sich sagen, daß die gleichen Formen des Körpers auch bei den beruflichen Arbeiten zu beobachten sind.

Alle diese Haltungen können somit mit dem gleichen Recht auch als „Arbeitsstellungen" betrachtet werden.

Diese Arbeitsstellungen sind natürlich zum Teil bedingt durch die Art der Arbeit, zum Teil aber auch durch die Volkszugehörigkeit. Der Chinese führt alle Arbeiten, bei denen wir sitzen, in Hockstellung aus, der Araber mit untergeschlagenen Beinen[2]). So läßt sich feststellen, daß von den einzelnen Völkern entsprechend ihrer Eigenart für die gleiche Arbeit verschiedenartige Stellungen benutzt werden.

Problemstellung.

Vom arbeitsphysiologischen Gesichtspunkt aus scheint es somit von größtem Wert, unsere Kenntnisse über die einzelnen „Arbeitsstellungen" zu erweitern.

So bin ich gern der Aufforderung von Herrn Professor Basler gefolgt, die Einwirkung einiger dieser Stellungen auf gewisse Lebensvorgänge zu untersuchen.

Die Arbeitsstellungen.

Die wichtigsten für das Arbeiten in Betracht kommenden Körperstellungen sind das Stehen, Sitzen, Knien, Hocken und dann noch eine Stellung, die nur bei einem bestimmten Beruf üblich, für diesen aber charakteristisch ist: ich meine das Sitzen

[1]) F. Regnault, Zentralbl. f. Anthr. 1910 Nr. 5, zit. nach: Die Umschau Bd. 14 S. 859, 1910.

[2]) Vergl. dazu R. du Bois-Reymond in Atzler Körper und Arbeit S. 94 (103), 1927.

der Schneider auf dem Tisch. Diese Stellung, die an die Ruhe- und Arbeitsstellung des näheren Orients erinnert, besteht darin, daß durch Beugung und Kreuzung der Unterschenkel die Füße unter die Kniee zu liegen kommen, und somit das Gesäß, wie auch die lateralen Fußränder als Unterstützungsflächen für den Körper dienen. Der Vorteil dieser Stellung, die ich kurz „Schneiderstellung" nennen will, liegt in der Erreichung einer sicheren Handführung beim Nähen, weil durch Stützen des Ellbogens auf den Oberschenkel derselben Seite gewissermaßen das Schultergelenk fixiert wird. In der heutigen Zeit hat sie insofern an Bedeutung verloren, als die Maschine die Handarbeit vielfach verdrängt hat: in den handwerklichen Betrieben, besonders bei der sogenannten Maßarbeit, behielt sie aber die ihr gebührende Stellung bei.

Versuchspersonen.

Bei der Auswahl der Personen für die Versuche berücksichtigte ich Berufe, zu deren Tätigkeit die Ausübung einer bestimmten Arbeitsstellung gehört. So zog ich für die kunstgerechte Ausführung der Schneiderstellung Angehörige des Schneiderhandwerks heran. Die vielseitigen Möglichkeiten von Stellungen, die sich für eine Frau in der Hausarbeit ergeben, waren für die Wahl einer Hausgehilfin ausschlaggebend. Im übrigen aber gehörten die Untersuchten Berufen mit teils sitzender, teils stehender Arbeitsweise an. Um weiterhin möglichst vorurteilsfreie Ergebnisse zu erhalten, legte ich Wert auf Versuchspersonen verschiedener Altersstufen, da bei manchen Untersuchungen der Einfluß des Lebensalters eine entsprechende Rolle hätte spielen können. Zur Vermeidung falscher Ergebnisse, die durch pathologische Verhältnisse verursacht werden könnten, war normaler Organbefund bei den Versuchspersonen Voraussetzung.

Versuchsplan.

Bekanntlich hat jede körperliche Tätigkeit oder psychische Erregung eine Veränderung von Blutdruck, Puls und Atmung gegen den Ruhe- oder Normalzustand zur Folge. Diese Veränderungen wollte ich deshalb in erster Reihe für die einzelnen von mir untersuchten Stellungen feststellen.

Meine Versuchspersonen hatten teilweise einen längeren Weg zum Institut zurückzulegen. Um deshalb meine Ergebnisse nicht etwa durch Folgen der durch das Gehen bedingten Anstrengung zu trüben, habe ich vor jedem Versuch eine 30 Minuten dauernde Ruhepause eingeschaltet, die die Versuchsperson

liegend zubringen mußte. Wie notwendig diese Maßnahme war, ergeben die bei Beginn und gegen Ende der einhalbstündigen Ruhezeit ausgeführten Messungen bzw. Frequenzbestimmungen, wobei ich nochmals betone, daß es sich um körperlich gesunde Personen handelte. Nachdem also eine sichtliche Beruhigung eingetreten war, wurde mit den Versuchen begonnen. Dieses Verfahren hat, soweit ich bei allen Versuchspersonen sehen konnte, ohne wesentliche Fehlerquellen zu genauen Resultaten geführt.

Die einzelnen Versuche sollten der Feststellung dienen, ob Unterschiede von Blutdruck, Puls und Atmung hinsichtlich der verschiedenen Körperstellungen beim Stehen, Sitzen, Knien, der Schneiderstellung und dem Hocken vorhanden sind, und ob diese in irgendeiner Beziehung zu den Körperschwankungen stehen. Als Vergleichswert diente immer das Liegen. Vielleicht könnte dagegen der Einwand erhoben werden, daß für manche, allerdings seltene, Tätigkeiten das Liegen selbst die Arbeitsstellung bildet. Aber dann handelt es sich eben um eine Arbeit, bei der die gleichzeitige statische Haltearbeit gleich null ist.

Zwischen den einzelnen Körperstellungen wurde jeweils eine Liegepause von einer Viertelstunde eingeschaltet. Die Untersuchung vor Einnahme einer neuen Stellung noch während des Ruhens ermöglichte auch hier eine genaue und unbeeinflußte Kontrolle. Allerdings kamen bei Vergleich der Zahlen in der Ruhe mitunter Schwankungen um einige mm Hg bei der Blutdruckmessung vor. Diese Abweichungen mußten deshalb als normale Grenzen innerhalb des physiologischen Geschehens im menschlichen Körper gewertet werden. Auch die Pulszählung zeigte bei den Ruhewerten derselben Person kleine Schwankungen. Bei der Atmung traten derartige Änderungen nicht ein.

Zur Erlangung der einzelnen Werte bin ich in der üblichen Weise vorgegangen. Die Pulsschläge wurden an der Arteria radialis durch Zählung während einer Minute ermittelt. nachdem vorher die Herzaktion auf evtl. frustrane Kontraktionen, die beim peripheren Puls eine Bradykardie vorgetäuscht hätten, untersucht worden war.

Die Atemzüge wurden unter Ablenkung der Versuchsperson zur Vermeidung willkürlicher Beeinflussung, an den Exkursionen des Brustkorbes gezählt.

Für die Blutdruckmessung benutzte ich einen der gebräuchlichen Sphygmomanometer nach Riva - Rocci; den systolischen Druck bestimmte ich durch Auskultation an der Cubitalgegend, zur Kontrolle auch palpatorisch an der Arteria radialis. Die diastolischen Blutdruckwerte wurden, da sie zu großen Veränderungen unterworfen und sie auch nur bei bestimmten Erkrankungen von Interesse sind, außer acht gelassen.

Die Körperschwankungen.

Bekanntlich führt der Körper bei den verschiedenen Stellungen dauernd mehr oder weniger große Schwankungen aus. Von den Untersuchungen des Nervensystems wissen wir, daß Störungen der Sensibilität sich grade in dieser Hinsicht bemerkbar machen; erinnert sei in diesem Zusammenhang an das Rombergsche Zeichen, das bei der Tabes und Kleinhirnerkrankungen sich in großen Schwankungen des Körpers zeigt. Das sind aber Schwankungen, die auf pathologischer Grundlage beruhen. Die natürlichen Schwankungen beim gesunden Menschen werden diesem weniger bewußt, und doch ist grade ihre Feststellung von großer Bedeutung für die Beurteilung der Sicherheit der eingenommenen Körperhaltung, denn begreiflicherweise werden die Schwankungen um so kleiner sein, je sicherer die Haltung ist.

Erstmalig wurden dahingehende Untersuchungen von Vierordt[3]) ausgeführt, er benutzte zur Kenntlichmachung der Schwankungen einen auf dem Kopf befestigten Schreibpinsel, welcher die Bewegungen des Körpers auf einer darüber befestigten berußten Glasscheibe aufzeichnete. In ähnlicher Weise verfuhr Leitenstorfer[4]), der bei Soldaten die Helmspitze schreiben ließ.

Für meine Versuche stand mir der im Arbeitsphysiologischen Institut vorhandene Apparat in der von Basler[5]) angegebenen Modifikation (Kephalograph) zur Verfügung.

Auf dem Kopf der Versuchsperson wurde ein flacher helmartiger Aufsatz mit senkrecht nach oben stehendem Pinsel vermittels Kinnriemen befestigt. Der jeweiligen Pinselhöhe entsprechend konnte eine bewegliche Holzplatte an die richtige Stelle gebracht werden, an deren Unterseite ein Blatt Papier zur Aufnahme der Pinselbewegungen befestigt war. Derart war es möglich, die Verschiebungen des Körpers bei den einzelnen Stellungen sowohl sagittal, als auch frontal dargestellt zu erhalten. Diese Technik gibt, unter absichtlichem Verzicht auf die Darstellung der zeitlichen Verhältnisse ein deutliches Bild von den Körperschwankungen, die nach allen Seiten ausgeführt werden.

Diese Versuchsreihe wurde bei sämtlichen Personen durchgeführt.

Auch den Untersuchungen über die Schwankungen des Körpers mußte eine Ruhepause vorausgehen. Ja hier schien diese

---

[3]) K. Vierordt, Grundriß der Physiol. des Menschen, Tübingen 1861, S. 221.

[4]) Leitenstorfer, Das militärische Training, Stuttgart 1897, S. 43.

[5]) A. Basler, Arbeitsphysiol. Bd. 155, 188 (193), 1938.

Vorsichtsmaßnahme ganz besonders notwendig. Denn aus Untersuchungen, die im hiesigen Institut vorgenommen wurden, geht hervor, daß kurz nach einer anstrengenden Tätigkeit viel stärkere Schwankungen auftreten. Ich will mit einigen Worten die dabei gewonnenen Ergebnisse schildern: Die Versuchspersonen hatten zur Klärung verschiedener Fragen, die uns hier weniger interessieren, langdauernde Übungen mit den Zehen und dem gesamten Fuß auszuführen. Vor und nach der Tätigkeit wurden die Schwankungen des Kopfes mit Hilfe des Basler schen Kephalographen verzeichnet.

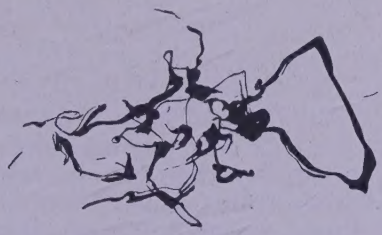

Abb. 1 Kephalogramm eines 16jährigen Mädchens, das während 5 Minuten langen Stehens vor den Übungen aufgenommen wurde.

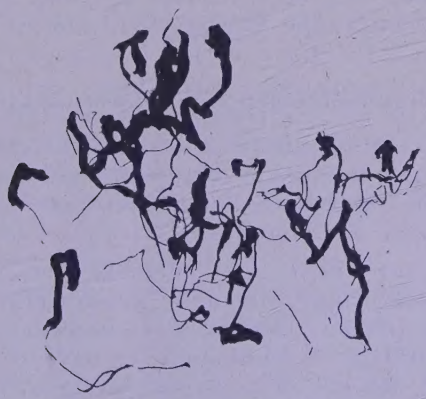

Abb. 2 Unter den gleichen Bedingungen aufgenommenes Kephalogramm nach den Übungen.

Dabei ergab sich, daß sämtliche untersuchten Personen im Durchschnitt nach dem Versuch doppelt so große Schwankungen ausführten, als vor dem Versuch, wobei nicht allein der Umfang, sondern auch die Art der Pinselstriche in auffallendem Gegensatz zu den unbeeinflußten Aufzeichnungen standen.

Auf Grund dieser Versuche hätte man mit Recht einwenden können, daß ein Mensch nach tagsüber harter Arbeit andere Schwankungen ausführen muß, als ein ausgeruhtes Individuum. Um mich unmittelbar zu überzeugen, ob die von meinen Versuchspersonen ausgeführten Arbeiten die Schwankungen des Körpers so erheblich beeinflussen, habe ich von einem mir für meine Versuche zur Verfügung stehenden Maurerlehrling sowohl am Nachmittag nach körperlicher Tätigkeit wie am folgenden Morgen nach ausgedehnter Nachtruhe in denselben Stellungen Kephalogramme angefertigt. Der Vergleich zeigte fast völlige Übereinstimmung. Als Ursache für das Fehlen der genannten Ermüdungserscheinungen kann einerseits in Betracht kommen, daß die Tätigkeit nicht so anstrengend war, wie die forcierten Übungen, die im Institut vorgenommen wurden; andrerseits wirkt vielleicht der Weg bis zum Institut schon als Erholung von der beruflichen Tätigkeit.

Um den zeitlichen Verlauf dieser Schwankungen aufzuzeichnen, ging ich in gleicher Weise wie Basler[6]) vor, der die Methode bereits früher angegeben hatte. Der auf dem Kopf angebrachte Pinsel wurde mit einem Faden versehen, der zuerst in horizontaler Richtung, dann über eine Rolle vertikal nach unten lief. An dem vertikalen Fadenabschnitt war eine Vorrichtung für lineare Registrierung angebracht. Ein Schreibhebel verzeichnete auf einer rotierenden mit berußtem Papier überzogener Trommel die Bewegungen des Kopfes.

Verschiebungen des Schwerpunktes.

Noch besseren Aufschluß über die Stehsicherheit dürften die horizontalen Bewegungen des Körperschwerpunktes geben. Deshalb wurden für jede Stellung auch diese registriert. Dabei bediente ich mich der von Basler[7]) früher benutzten Methode.

Da die mir zur Verfügung stehenden Federwaagen sich für diese Anordnung nicht eigneten, verwendete ich eine entsprechend abgeänderte Dezimal-Personenwaage mit einer an einem hohen Ständer befindlichen Tariereinrichtung. Vorteilhaft war dabei, daß die Schreibvorrichtung unmittelbar am Gewichtshebel der Waage angebracht werden konnte, so daß sich jede weitere Übersetzung bzw. Rollenübertragung erübrigte.

---

[6]) A. Basler, Experimentelle Untersuchungen über das Tragen mit Hilfe einer über die Schulter gelegten Stange, Cantoner Abh., Bd. 1, S. 20, 1929, u. Arb.-Physl. Bd. 2, S. 76, 1929.

[7]) A. Basler, Z. f. Biol. Bd. 88, S. 523 (526), 1929, u. Pflüg. Arch. Bd. 221, S. 768, 1929.

Abb. 3

Die auf der Plattform p der Waage befestigte eiserne Schneide e, sowie die in 2 m Abstand von ihr stehende gleiche Kante k tragen das Brett b. Während des Versuches befindet sich die Person ungefähr in der Mitte des Brettes. Nachdem die Waage nach der Belastung durch die Versuchsperson ins Gleichgewicht gebracht war, wurde die berußte Trommel zur Aufnahme der Ausschläge an den Schreibhebel herangeführt. Jede geringste Verlagerung des Schwerpunktes nach vorn oder hinten machte sich durch einen Zeigerausschlag bemerkbar. Die seitlichen Schwankungen wurden bei dieser Aufstellung nicht registriert. Die Dauer jedes Versuches betrug 2 Minuten.

Das Stehen.

Nach diesen Richtlinien wurden die einzelnen Arbeitsstellungen untersucht. Dabei sei mit dem Stehen begonnen.

Blutdruck, Puls und Atmung.

Die Werte des systolischen Blutdrucks erfuhren beim Stehen durchschnittlich eine Steigerung um 15 mm Hg gegenüber dem Ruhezustand; die Pulserhöhung bewegte sich in der Norm um 17 Schläge während einer Minute, die Frequenzzunahme der Atmung betrug ca. 4 Atemzüge. (Tab. 1.)

Tabelle 1.

		Blutdruck		Puls		Atmung	
		liegen	stehen	liegen	stehen	liegen	stehen
Vers.-Pers.	1	105	117	60	80	16	20
„	2	115	132	72	104	16	20
„	3	110	115	72	88	16	22
„	4	103	119	58	70	16	22
„	5	103	125	78	92	16	20

Zwischen Puls und Atemfrequenz besteht insofern eine Beziehung, als bei den Ruhewerten und beim Stehen vier Pulsschläge einem Atemzuge entsprachen, mit anderen Worten sowohl Puls, als auch Atemfrequenz wurden durch die aufrechte Körperhaltung gleichsinnig beschleunigt.

Soviel über Blutdruck-, Puls- und Atemänderung.

Horizontale Schwerpunktsschwankungen.

Die während des Stehens auftretenden Schwankungen der Schwerlinie sind früher bereits von Basler beschrieben und erörtert worden. Wie oben erwähnt, verwendete ich aber zu meinen Untersuchungen eine andere Waageeinrichtung. Eine Vorbedingung für die exakte Bewertungsmöglichkeit der erhaltenen Kurven war das Ausschalten jeglicher Fehlerquellen, die infolge von Trägheit wegen zu großer Masse oder Länge des Pendels entstanden sein konnten. Zur Hervorrufung etwaiger Eigenschwingungen wurde auf die Stelle des Brettes, wo beim Versuch die Person stand, ein kräftiger Stoß, der doch immerhin einer plötzlichen Belastung von einigen kg entsprochen hätte, ausgeübt. Dabei zeigte die Waage 2 kleine und einen größeren Ausschlag. Dann kam die Waage sofort wieder in die Ruhelage. Um diese Fehlerquelle zu beseitigen, brachte ich in der Gegend des Drehpunktes des anzeigenden Waagenhebels eine Bremseinrichtung in Form einer verstellbaren Stahlfeder an. Neben dem Vorteil, daß damit sämtliche evtl. störenden Pendelbewegungen beseitigt waren, zeigte sich aber der Nachteil in einer gewissen Höhenverkleinerung der Ausschläge. Letzten Endes bleibe ich aber im Rahmen der gestellten Aufgabe, wenn ich diese geringen Unterschiede unberücksichtigt lasse. Denn bei der Auswertung der Ausschläge ist ja die Bremsung mit einbezogen. Es kam überdies hauptsächlich auf den Vergleich der bei den verschiedenen Stellungen erhaltenen Kurven, bzw. auf die Feststellung der ruhigsten und sichersten Haltung an.

Puls- und Atemfrequenz, sowie auch der Blutdruck wurden zum Vergleich immer schon während des Liegens bestimmt, für die Körper- und Schwerpunktsschwankungen waren solche Kontrollbestimmungen aus naheliegenden Gründen nicht möglich. Nach dem üblichen Liegen wurde sofort die Kurve aufgenommen. Eine auf diese Weise gewonnene Aufzeichnung lasse ich als Abbildung 4 folgen.

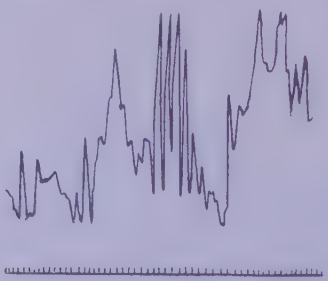

Abb. 4

Wie man ohne weiteres sieht, sind die einzelnen Ausschläge verschieden hoch. Mehrere Zentimeter hohe Zacken wechseln mit solchen ab, die nicht einmal die Größe eines Millimeters erreichen. Bei der Ermittlung der Frequenz der Erhebungen war ich oft im Zweifel, ob man überhaupt berechtigt ist, solche kleine Zäckchen zu berücksichtigen.

Schließlich habe ich mich entschlossen, sie als „rudimentäre Zacken" zu bezeichnen und als solche besonders zu zählen.

In der folgenden Tabelle 2 habe ich die Auswertung solcher Kurven für 5 meiner Versuchspersonen zusammengestellt. Die Höhe der Zacken wurde mit dem Zirkel auf einem Millimetermaßstab abgemessen, die Frequenz nach den unter der Kurve verzeichneten Zeitmarken (= Sekunden) bestimmt. Die in Klammern gesetzten Zahlen geben die in den ersten Zahlen eingerechneten sogen. „rudimentären Schwankungen" an.

Tabelle 2.

		Frequenz der Körperschwankungen pro Minute	Größe der Schwankungen G. W.	K. W.	M. W.	
Vers.-Pers.	1	24 (2)	12	1	5,4	mm
„	2	25 (2)	23	1	8,08	„
„	3	27 (4)	15	1	5,1	„
„	4	24 (7)	40	1	13,3	„
„	5	27 (5)	15	1	4,5	„

G. W. = Größter Wert, K. W. = Kleinster Wert,
M. W. = Mittelwert in mm.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sind die Zacken in bezug auf die Dauer bei allen Versuchspersonen fast gleich. Die vorhandenen Unterschiede bis zu drei Schwankungen pro Minute fallen nicht ins Gewicht, weil sie zu unbedeutend sind, um das Gesamtergebnis zu stören. Dagegen zeigen die Höhen der einzelnen Ausschläge bei Betrachtung der größten Werte bedeutende Differenzen. Gehen wir aber weiter und veranschaulichen uns die Mittelwerte, so sieht das Bild schon etwas anders aus. Hier sind die Ergebnisse mit einer Ausnahme nicht allzu verschieden. Die Zahlen von Versuchsperson 4, deren Mittelwert von dem der anderen Untersuchten auffallend abweicht, finden ihre Erklärung in einer plötzlichen Bewegung — es sind 3 Schwankungen von 30—40 mm Höhe vorhanden — und der damit verbundenen Schwerpunktsverlagerung.

Am wichtigsten war es jetzt, die Größe der Schreibhebelschwankungen in Beziehung zu bringen mit den Verschiebungen der Schwerlinie. Den Gang der dazu notwendigen einfachen Berechnung will ich an einem konkreten Beispiel zeigen.

In einem bestimmten Fall betrug die Ablesung A an der Waage für den größten Wert h (s. Abb. 5 u. 6) 43,9 kg; die Versuchsperson war 76,2 kg schwer und die Distanz der Kanten, wie immer, 200 cm.

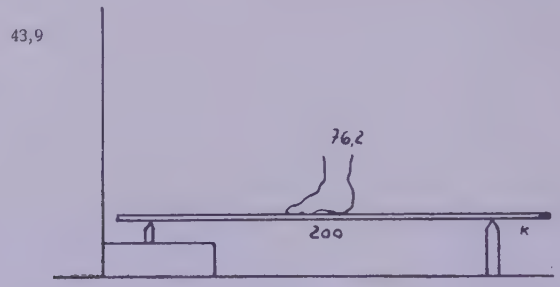

Abb. 5

Die Werte habe ich in der Skizze Abb. 5 eingetragen. Dann ist der Abstand zwischen dem Fußpunkt der Schwerlinie und feststehender Kante k, der als unbekannte Größe mit x bezeichnet sei $x = \frac{200 \cdot 43{,}9}{76{,}2} = 115{,}2$.

Das bedeutet, daß die Schwerlinie 15,2 cm vor dem hinteren Rand des auf der Waage liegenden Papierblattes und 12,1 cm vor dem hinteren Rand des Fußumrisses lag.

Für den tiefsten Punkt t war die Ablesung 43,5 kg, folglich $x = \frac{200 \cdot 43{,}5}{76{,}2} = 114{,}1$ cm. Der Fußpunkt der Schwerlinie lag daher, immer dann, wenn die Schreibhebelspitze sich am tiefsten Punkt der Kurve befand, 11,0 cm vor dem hinteren Rand der Fußsohle.

Somit konnte aus der Größe der Zacken auf die Fußpunktverlagerung der Schwerlinie geschlossen werden. In dem obengenannten Beispiel betrug also die Ablesung für den höchsten Punkt h einer Zacke 43,9, für den tiefsten Punkt t 43,5 kg und die mit dem Maßstab ermittelte Zackenhöhe 22 mm.

Abb. 6

Demnach bewegte sich bei einer 22 mm hohen Zacke der Schwerpunkt von 114,1 bis 115,2 cm, mit anderen Worten um 11 mm. Es entspricht daher eine Zackenhöhe von 1 mm einer Schwerpunktsverlagerung von 0,5 mm.

Eine gewisse Gleichförmigkeit in der zeitlichen Dauer der einzelnen Zacken ist nachweisbar: sie beträgt nicht ganz 2 sec., gleichgültig, ob es sich um eine größere oder kleinere Schwankung handelt. Nur die sogen. „rudimentären Zacken" sitzen in kürzeren Abständen den Auf- oder Abwärtsstrichen auf. Diese durch schneller folgende Impulse hervorgerufenen minimalen Schwankungen bilden dann auch meist wieder den Übergang zu den regelmäßigen Ausgleichsbewegungen des Körpers. Eine Norm für ihre Wiederkehr war nicht vorhanden.

Der Gesamtverlauf der Kurven bewegt sich mitunter nach einer Richtung. In anderen Fällen kommt nach einer sich allmählich steigernden Gesamtschwankung wieder ein Abfall zur gleichen Höhe zustande. Bei allen Kurven wechseln aber Stellen kleinerer mit solchen größerer Zacken ab. Versucht man dafür eine Gesetzmäßigkeit zu finden, so zeigt sich, daß eine solche bei der Einzelperson vorkommt, daß aber die einzelnen Personen untereinander Verschiedenheiten aufweisen: ein Beweis dafür, daß jeder Mensch verschieden reagiert, in seinen Körperschwankungen aber eine gewisse Gesetzmäßigkeit innehält, sofern nicht durch eine Ungeschicklichkeit eine größere Schwankungshöhe eintritt. Diese verschiedene Schwankungsbereitschaft hängt von persönlichen Momenten ab und ist besonders der Ausdruck der nervösen Konstitution des Betreffenden.

Das Kephalogramm beim Stehen.

Betrachten wir nunmehr die mittelst des Pinselapparates erhaltenen Aufzeichnungen.

Beim Stehen läßt sich immer eine erhebliche Schwankung des Kopfes feststellen. Die Pinselverschiebungen in sagittaler Richtung beliefen sich bei den einzelnen Versuchspersonen auf 7,5 cm als größten und 2,5 cm als kleinsten Wert, während das Mittel der sagittalen Exkursionen 4,1 cm betrug. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die größten Ausschläge bei einem 17jährigen, kräftigen Maurerlehrling gefunden wurden.

Die seitlichen Verlagerungen, deren Einzelwerte sich in annähernd gleichen Grenzen bewegten, erreichten im Durchschnitt eine Ausdehnung von 2,2 cm, waren also etwa um die Hälfte kleiner als die sagittalen Schwankungen.

Entsprechend dem Kephalogramm zeigten die Schwankungs**kurven** des Kopfes maximale Ausschläge in den Fällen, wo auch die Pinselzeichnung von vorn nach hinten groß war. Von dem Aussehen einer solchen Kurve mag Abb. 8 einen Begriff geben.

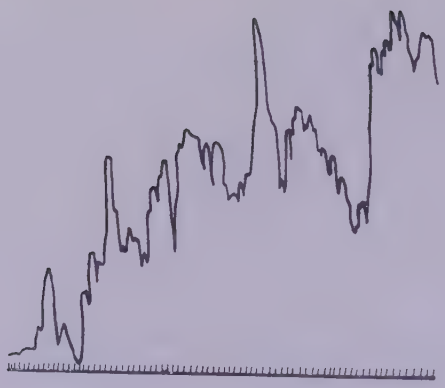

Abb. 7

Wie man sieht, erinnert diese Kurve weitgehend an die der Schwerpunktsverschiebungen.

Beziehungen der Kopfbewegungen zur Kurve der Schwerpunktsverschiebungen.

Aber damit ist noch nicht ohne weiteres gesagt, ob eine Vorverlegung der Schwerlinie, oder ob nicht etwa eine starke Verlagerung des Gesamtkörpers durch entsprechende Bewegungen des Kopfes zum Teil kompensiert ist.

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich auf der gleichen Trommel die Kurve der Schwerpunktsverlagerung und die der Kopfverschiebungen untereinandergezeichnet. Die Versuchsperson war, um von vornherein einer willkürlichen Beeinflussung vorzubeugen, so aufgestellt, daß sie mit dem Rücken gegen die Registrierapparatur stand. Bei dieser Versuchsanordnung hatte eine Vorwärtsbewegung des Kopfes eine nach oben gerichtete Zacke, bzw. ein Ansteigen der Kurve zur Folge. Eine Vorwärtsschwankung des Körpers machte sich durch Verminderung des Körpergewichts bemerkbar, was sich in einer Abwärtsbewegung des Waagenschreibhebels ausdrückte.

Fallen die Erhebungen zusammen, dann ist das ein Beweis dafür, daß der Kopf Bewegungen ausführt, die das Spiegelbild zu denjenigen des Schwerpunktes bilden. Sind sie in der gleichen Zeit einander entgegengesetzt, dann findet eine gleichsinnige Bewegung von Kopf und Rumpf statt. Ein Beispiel für dieses kombinierte Verfahren zeigen die Abb. 8 und 9. Abb. 8 ist die Kurve des Kopfes und Abb. 9 die des Schwerpunktes.

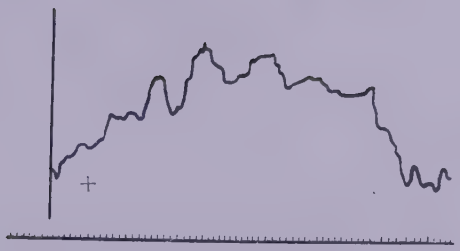

Abb. 8. Kopfschwankungen.

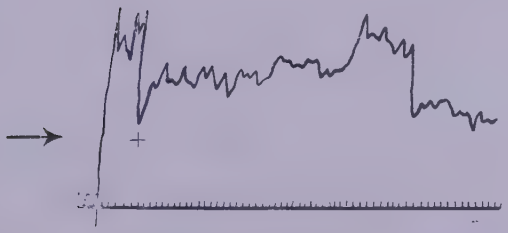

Abb. 9. Schwerpunktschwankungen. Die mit dem Pfeil bezeichnete Einknickung ist durch einen Fehler der Reproduktion entstanden.

Die mit einem Kreuzchen bezeichneten Stellen der beiden Kurven fallen zeitlich zusammen. Die links vom Kreuzchen liegenden unregelmäßigen Schwankungen sind durch die Einstellung bedingt und dürfen deshalb nicht berücksichtigt werden.

Zunächst scheinen kompensatorische Ausgleichsbewegungen zwischen Körper und Kopf stattzufinden, aber bald führen beide ihre eigenen, verschiedenartigen Bewegungen aus, ohne daß eine Beziehung zueinander besteht. Am klarsten wird dies bei Betrachtung der größeren Abwärtsbewegung (= Rückwärtsbewegung) des Kopfes und der Aufwärtsbewegung (= Rückwärtsverlagerung des Schwerpunktes) bei der Körperkurve: beide sind zeitlich völlig verschieden.

Daraus müßte man also entnehmen, daß der Kopf sich unabhängig von der Hauptmasse des Körpers bewegt. Doch möchte ich diese Frage auf Grund meiner wenigen Versuche hierüber nicht endgültig entscheiden. Weitere Untersuchungen sind im Gange.

Das Sitzen.

Blutdruck, Puls und Atmung.

Der Blutdruck, der Puls und die Atmung erfahren auch beim Sitzen eine Änderung gegenüber dem Liegen, aber nicht so stark wie beim Stehen. Ihre Werte sind kleiner als beim Stehen, aber noch um ein Beträchtliches größer als beim Liegen.

Tabelle 3 zeigt nebeneinander die Werte für das Liegen, Stehen und Sitzen.

Tabelle 3.

	Blutdruck			Puls			Atmung		
	lieg.	steh.	sitz.	lieg.	steh.	sitz.	lieg.	steh.	sitz.
Vers.-Pers. 1	105	117	112	60	80	68	16	20	20
„ 2	115	132	118	72	104	80	16	20	18
„ 3	110	115	110	72	88	80	16	22	20
„ 4	103	119	114	58	70	68	16	22	20
„ 5	103	125	112	78	92	84	16	20	20

Die Zahl der Pulsschläge ist bei allen Untersuchten um ca. 8 höher als bei der Ruhelage. Ähnliches beobachtet man für die Atemzüge, deren Frequenz sich aber nicht so gleichmäßig steigert; hier werden in der Minute 2– 4 Atemzüge mehr ausgeführt, als beim Liegen.

Verschiedenartiger präsentieren sich die Blutdruckveränderungen. Gegenüber dem liegenden Menschen haben wir beim sitzenden eine Zunahme des Drucks von 3—11 mm.

Das Kephalogramm beim Sitzen.

Die in sitzender Stellung gewonnenen Aufzeichnungen vermittels der Pinseleinrichtung unterscheiden sich merklich von den oben besprochenen. Hier haben wir es mit gedrungeneren Figuren zu tun.

Allen gemeinsam sind die geringen Exkursionen in sagittaler Richtung. Nur in 2 Fällen konnte eine merkliche seitliche Verlagerung nach der rechten Körperseite zu konstatiert werden. Eine bevorzugte Endverlagerung nach vorn oder hinten war nicht zu beobachten, beide Richtungen halten sich die Waage. Soweit man aus den Abbildungen überhaupt auf die Größe der einzelnen Schwankungen einen Schluß ziehen kann, verlaufen sie kürzer, aber häufiger als beim Stehen. Zwei sind fast klecksartig gestaltet, als Ausdruck vielfältiger Pinselbewegungen in derselben Größe und Richtung.

Schließlich will ich noch die Auswertungsergebnisse für beide Richtungen folgen lassen: Größter Wert in sagittaler Richtung 3 cm, kleinster 1,3 cm, in frontaler Richtung 1,8 bzw. 0,6 cm. Also verhältnismäßig geringe Ausschläge, was mit der durch die breite Unterstützungsfläche verbundenen Sicherheit beim Sitzen im Zusammenhang steht.

Die Schwerpunktsschwankungen beim Sitzen.

Die größten Unterschiede gegenüber dem Stehen zeigten sich in den Schwerpunktsschwankungen. Schon bei flüchtiger Ansicht fiel bei dem sämtlichen Material der gradlinige, fast strichförmige Ablauf ins Auge. Siehe Abb. 10.

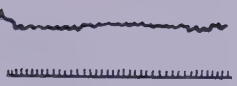

Abb. 10

Nur bei einer einzigen Versuchsperson sind größere Schwankungen und eine dorsale Verlagerung der Schwerlinie erkennbar, was in der Kurve durch Abwärtsgleiten des Schreibhebels zum Ausdruck gelangt. Mit Hilfe einer Lupe konnten die mit dem bloßen Auge nicht sichtbaren kleinsten Zacken erkannt werden.

Tabelle 4.

	Frequenz der Körperschwankungen pro Minute	Größe der Schwankungen* G. W.	K. W.	M. W.
Vers.-Pers. 1	31 (13)	5	1	2,2 mm
„ 2	38 (23)	1 mm	nicht meßbar	
„ 3	37 (14)	5	1	1,5 mm
„ 4	29 (9)	1 mm	nicht meßbar	
„ 5	38 (12)	1 mm	nicht meßbar	

Hier tritt schon deutlicher in Erscheinung, daß mit der Frequenzzunahme ein Kleinerwerden der Ausschläge verbunden ist, oder umgekehrt, daß die Größe wächst, sofern die Anzahl pro Minute sich verringert. Für letztere Behauptung kann Versuchsperson 1 angeführt werden. Die Zahlen der Versuchsperson 4 scheinen aus dem Rahmen des Gesagten zu fallen. Trotz Vergrößerung sind nur 29 Zacken sichtbar, die kleineren nicht mehr zählbaren aber sind wahrscheinlich wegen ihrer minimalen Größe durch die Stärke der Schreibfederspitze unkenntlich.

Bei allen Aufzeichnungen folgt auf dem absteigenden Schenkel einer größeren Zacke eine oder zwei kleine bzw. rudimentäre Zacken, die größeren in konstanter Gesetzmäßigkeit. Zwischen den Spitzen zweier Wellenberge liegt fast immer ein Zeitraum von 4—5 Sekunden. Das ist interessant und führt dazu, die gleichmäßigen Atemexkursionen für die in zeitlicher Gesetzmäßigkeit auftretenden größeren Schwankungen verantwortlich zu machen. Es ist auch einleuchtend, daß durch die Hebung und Senkung des Brustkorbes bei der Atmung gewisse, und wenn auch noch so kleine Änderungen, in der Schwerpunktslage beim Sitzen auftreten. Da jeder Erhebung auf der Kurve einer Schwankung nach vorn entspricht, muß diese Vorwärtsschwankung durch Zusammensinken des Brustkorbes bei der Exspiration zustandekommen.

*) Bezeichnungen G.W. usw. s. Tab. 2, S. 9.

Das Knien.

Mit diesem Kapitel beginne ich Körperstellungen zu behandeln, die im täglichen Leben und auch beruflich seltener eingenommen werden. Sie sind zwar von jedem Menschen auszuführen, haben aber meist für den Ungeübten Beschwerlichkeiten und schnelleres Ermüden zur Folge.

Zu den Untersuchungen nahm ich den üblichen Personenkreis in Anspruch.

Blutdruck, Puls und Atmung.

Die Unterschiede der erhaltenen Blutdruckwerte sind bei weitem bedeutender, als die bei den schon behandelten Stellungen. Es ist nicht möglich, aus ihnen ein bestimmtes Verhalten des Körpers herzuleiten. Vorausgeschickt sei die selbstverständliche Erhöhung gegenüber der Ruhelage. Diese bewegt sich teils um geringere Werte, wie 5 mm, teils um höhere, wie 16 mm Hg. Im Vergleich zum Stehen fällt der Blutdruck, bis auf eine Ausnahme, ab, und zwar um durchschnittlich 7 mm Hg. In der Mehrzahl der Fälle erfährt er eine mäßige Erhöhung gegenüber dem Sitzen. Wie gesagt sind die Verhältnisse unübersichtlich und schwankend. Unter Außerachtlassung der Ergebnisse bei der Minderzahl der Personen, können wir im großen und ganzen aber bei dem Knien im Vergleich zum Sitzen eine Mehrbeanspruchung des Kreislaufes beobachten.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen bei den Pulsfrequenzen vor. In einem Falle z. B., einem Bauarbeiter, wurde beim Knien die absolut höchste Pulszahl festgestellt. Die übrigen Personen zeigten gegenüber dem Sitzen eine Zunahme, gegen das Stehen eine Abnahme ihrer Pulsschläge pro Minute, so daß man das Knien hinsichtlich der Vermehrung der Herztätigkeit zwischen das Stehen und das Sitzen einordnen kann.

Durchweg atmet der Mensch nach den gemachten Beobachtungen langsamer als bei sitzender oder stehender Körperstellung. Die Unterschiede sind aber weniger hervortretend: wie überhaupt bei der Atemzählung Ungenauigkeiten infolge der willkürlichen Beeinflussung durch die Versuchsperson entstehen können.

Noch einmal kurz zusammengefaßt können wir sagen, daß Puls- und Blutdruckwerte im Knien ungefähr in der Mitte von Stehen und Sitzen liegen, während die Zahl der Atemzüge kleiner ist, als beim Sitzen.

Das Kephalogramm beim Knien.

Die mit dem Pinsel gewonnenen Aufzeichnungen stehen den beim Stehen erhaltenen nicht nach; im Gegenteil ist die Gesamt-

größenausdehnung der Figuren im Durchschnitt bedeutender, eine an sich überraschende Tatsache, wenn wir später die Kurven der Schwerpunktswaage danebenstellen.

Bis zum Ende des Versuches schwankt der Körper meist nach vorn. Die Größen der Gesamtschwankungen betrugen 6,2—1.0 cm, im Mittel 4,1 cm. Die Seitwärtsbewegungen, als deren weiteste Ausdehnung 3 cm gemessen wurde, erfuhren eher eine Links- als eine Rechtsverschiebung. Auch dabei können Einzelheiten, wie die Größe und die Schnelligkeit der Bewegungen, naturgemäß nicht berechnet werden. Man kann aber aus den wackligen Pinselführungen herauslesen, daß die einzelnen Ausgleichsbewegungen zur Erhaltung des Anfangszustandes nicht zu ausgedehnt, dafür aber in kürzeren Zeitabschnitten vonstatten gehen.

Die Schwerpunktsschwankungen beim Knien.

Ehe ich auf die Einzelheiten der Schwerpunktsschwankungen eingehe, sollen wieder einige Zahlen zum besseren Verständnis vorausgeschickt werden.

Tabelle 5.

	Frequenz der Körperschwankungen pro Minute	Größe der Schwankungen G. W.	K. W.	M. W.	
Vers.-Pers. 1	36 (13)	7	1	2,6	mm
„ 2	39 (6)	9	1	3,6	„
„ 3	26 (2)	14	2	6,5	„
„ 4	36 (7)	8	1	3,1	„
„ 5	40 (18)	6	1	2,5	„

Die während einer Minute auftretenden Verlagerungen des Schwerpunktes erreichen, wie wir sehen, als niedrigsten Wert 26, als höchsten 40 Ausschläge. Vier der Untersuchten besitzen annähernd die gleiche Minutenfrequenz. Vergleicht man daneben die Resultate beim Sitzen, so ergibt sich daraus die Schlußfolgerung, daß beim Knien eine Vermehrung der Körperbewegungen in Erscheinung tritt. Weniger kommen „rudimentäre Zacken" vor. Mit der Erhöhung der Frequenz geht, wie man es eigentlich erwarten müßte, keine Verringerung der Höhenwerte der einzelnen Ausschläge Hand in Hand, vielmehr sind auch größere Exkursionen zu verzeichnen.

Zunächst fallen die Kurven durch ihre Unregelmäßigkeiten auf. Strecken mit kleinen und kleinsten Ausschlägen — ich zählte dabei verschiedene Zeitabschnitte — werden plötzlich durch größere Zacken unterbrochen, die entweder nur eine vor-

übergehende Verlagerung des Körpers nach vorn oder hinten, oder aber den Übergang für eine längere Zeit bestehen bleibende Stellungsänderung bedeuten. Auch hier scheint eine bestimmte Verlagerungsneigung nicht vorzuherrschen.

Aus allen diesen Beobachtungen kann geschlossen werden, daß das Knien für den Menschen anstrengender und unsicherer ist, als das Stehen oder Sitzen. Das ist auch nicht verwunderlich, denn das Knien ist für die meisten eine nicht häufig eingenommene Körperstellung. Bei beruflich Geübteren — als Beispiel dafür kann Versuchsperson 3 herangezogen werden, die als Hausgehilfin tätig ist — gleichen die erhaltenen Werte denen beim Stehen, sowohl was die Frequenz, als auch was die Schwankungsgröße anbetrifft.

Die Schneiderstellung.

Blutdruck, Puls und Atmung.

Bei der Schneiderstellung war die Anzahl der Pulsschläge im Vergleich zum Liegen nur wenig vermehrt, es wurden durchschnittlich 3—6 Schläge mehr gezählt. In einem Falle war sogar Übereinstimmung beider zu verzeichnen.

Gleiche geringe Erhöhungen erfuhren die Atemfrequenzen, ihre Zahlen waren ebenfalls den Ruhewerten angenähert und zeigten höchstens eine Steigerung um 4 Atemzüge.

Nicht so eindeutig waren die Verhältnisse bei dem Blutdruck. Teilweise lagen die Drucke zwischen den bei der Ruhe und den beim Sitzen gemessenen, teilweise überschritten sie, aber nicht wesentlich, die letzteren, oder sie waren gleichwertig.

Hält man sich nicht so sehr an die absoluten Zahlengrößen, sondern betrachtet die Ergebnisse mit den in den anderen Kapiteln besprochenen, so kann man sagen, daß die Schneiderstellung in bezug auf Puls und Atmung einen geringeren Aufwand an Kräften erfordert, als das Sitzen, in Anbetracht des Blutdrucks aber der sitzenden Stellung ungefähr gleichkommt. Irgendwelche Unterschiede hinsichtlich der Resultate bei den berufsmäßig Geübten und den anderen Versuchspersonen sind nicht zu erkennen gewesen.

Das Kephalogramm bei der Schneiderstellung.

Die bis jetzt herausgefundenen Ähnlichkeiten zwischen dem Sitzen und der Schneiderstellung legten es nahe, daß auch die Pinselfiguren gewisse Vergleichsmöglichkeiten bieten werden. In mancher Hinsicht traf die Erwartung zu. Kleine, kurze, ruckartige Pinselstriche, ähnlich denjenigen beim Sitzen, kennzeichnen die Diagramme. In der Mehrzahl der Fälle führen die

kurzen Bewegungen im Gesamtergebnis zu bedeutenden Verlagerungen in sagittaler Richtung, deren größte 5,5 cm mißt, während die kleinste nur eine Ausdehnung von 1,3 cm erreicht. Die fast geradlinigen Figuren beginnen mit kleinen Strichen in enger Umgrenzung, neigen im weiteren Verlauf mehr nach der linken Körperseite zu, — die seitlichen Verlagerungen schwanken zwischen 0,7 und 2,2 ccm — und bevorzugen mit Beendigung des Versuches die Neigung nach vorn.

Nur eine Figur war im Gesamtverlauf bei einem Durchmesser von ca. 1 cm annähernd kreisförmig, ein Zeichen für die gleichmäßige Ausdehnung der Körperschwankungen nach allen Richtungen. Es handelte sich um das Diagramm, das bei einem Schneider gewonnen wurde; aus dieser Tatsache ist der Einfluß der Übung ohne weiteres zu ersehen.

Die Schwerpunktsschwankungen bei der Schneiderstellung.

Allen mit der Waage erhaltenen Kurven ist die geringe Schwankungsgröße gemeinsam, die auch das Sitzen charakterisierte. Den weiteren Ausführungen will ich wieder die Ausrechnungsergebnisse voranstellen.

Tabelle 6.

	Frequenz der Körperschwankungen pro Minute	Größe der Schwankungen G. W.	K. W.	M. W.
Vers.-Pers. 1	23 (3)	4	1	2,1 mm
„ 2	37 (14)	2 mm	nicht meßbar	
„ 3	39 (19)	1 mm	nicht meßbar	
„ 4	17 meßb. Schw.	4 mm		
„ 5	37 (20)	4 mm	nicht meßbar	

Das Bemerkenswerte an der Aufstellung sind die verschiedenen Frequenzen. Man kann danach die Versuchspersonen in zwei Gruppen teilen. Die erste — Versuchsperson 1 und 4 — sind die berufsmäßig geschulten Schneider, deren Kurven ich zunächst analysieren will. Bei Nr. 4 konnte ich nur 17 meßbare Zacken zählen, es besteht aber die Wahrscheinlichkeit, daß wegen der Geringfügigkeit eine Anzahl von Schwankungen nicht zum Ausdruck kommen konnte. Der größte Wert von 4 mm befindet sich am Anfang der genannten Kurve, die anderen kleinen Schwankungen bewegen sich dann in demselben horizontalen Niveau. Fast sämtliche Zacken beginnen mit einem steiler aufsteigenden Schenkel, der abfallende ist flacher und geschwungener. Die Kurve verläuft im ganzen regelmäßig und gesetzmäßig. Auch bei dem anderen Schneider ist eine gewisse Gleichmäßigkeit des Schwankungsablaufes un-

verkennbar. Hier sind die Schwerpunktsverschiebungen mit 23 pro Minute ebenfalls niedrig, allerdings erreichen die Zacken im Mittel eine Höhe von 2,1 mm.

Die Ergebnisse beider Kurven berechtigen zu dem Schluß, daß die Gewöhnung, wie das Kephalogramm bereits zeigte, viel zur Sicherheit der Körperhaltung beiträgt.

Die zweite Gruppe der an diese Stellung nicht Gewöhnten hat ungefähr dieselbe Schwankungsanzahl pro Minute mit einer beträchtlichen rudimentären Schwankungsweise. Wenn auch der Verlauf der Kurven nicht so ausgesprochen gleichmäßig ist, wie bei den Schneidern, so halten sich auch hier die Verschiebungen des Schwerpunktes in engen Grenzen.

Als Ergebnis der Betrachtungen über die Schneiderstellung kann auch bei dem Ungeübten die ruhige und sichere Haltung des Körpers, die durch die allgemeine geringe Schwankungsgröße zum Ausdruck kommt, vermerkt werden.

Das Hocken.

Die letzte der zu untersuchenden Stellungen, das Hocken, ist, wie die Schneiderstellung, eine weniger gebräuchliche Körperhaltung. Sie wird besonders dann Anwendung finden, wenn mit den üblichen Stellungen die bezweckte Tätigkeit nicht möglich ist, z. B. bei Arbeiten in der Nähe des Erdbodens. Die durch das Hocken bedingte, ungewohnte Lage der Körperteile zueinander, die Mehrbeanspruchung gewisser Muskelgruppen der unteren Extremitäten, der unsichere Stand auf den Zehen machen es verständlich, daß diese Stellung als a n s t r e n g e n d empfunden wird. Da sie aber, wie gesagt, bei Ausführung mancher Arbeiten unerläßlich ist, muß die Hockstellung einer gleichen systematischen Untersuchung unterworfen werden, wie die übrigen.

B l u t d r u c k , P u l s u n d A t m u n g.

Die ermittelten Blutdruckwerte überraschen durch ihre Größe. Bei den meisten Versuchspersonen wurden systolische Drucke gemessen, welche die Werte beim Stehen überschreiten, also die höchsten der gesamten Versuchsreihe bilden, oder nur unwesentlich darunter liegen. Es mag genügen auf den Ausnahmefall hinzuweisen, bei dem sich der Druck zwischen den beim Sitzen und der Schneiderstellung festgestellten hielt.

Das Vorliegen der genannten Größen ließ erwarten, daß die Pulsfrequenz gleichfalls in entsprechender Weise gesteigert ist, wenn man sich vergegenwärtigt, daß eine Erhöhung des Blutdrucks — normale Verhältnisse vorausgesetzt — bei gleich-

bleibender Herzkraft mit einer Vermehrung der Herzschläge einhergeht. Selbstredend trifft diese Tatsache bei Vergleich mit den Ruhewerten zu, nicht aber in dem Maße, daß die Pulsfrequenz mit der Blutdrucksteigerung gleichen Schritt hält. Es finden sich nämlich Zahlengrößen, die durchschnittlich etwas kleiner sind, als die beim Sitzen. Das stimmt durchaus mit den Ergebnissen von Basler[8]) überein.

Die Zahl der Atemzüge ist beim Hocken ebenfalls niedrig, sie beträgt im Mittel 20 während einer Minute.

Faßt man die Ergebnisse in einem Satz zusammen, so kommt man dazu, das Hocken hinsichtlich der Puls- und Atemfrequenz dem Sitzen gleichzuordnen, hinsichtlich der Blutdruckverhältnisse aber dem Stehen.

Das Kephalogramm beim Hocken.

Ein vielseitiges Bild von dem Hin- und Herwandern des Kopfes beim Hocken stellen die Pinselversuche dar. Wenn man die Diagramme betrachtet, hat man den Eindruck, als ob der Kopf ständig sich allseitig bewegt haben muß. Keine der Figuren zeigt ein klares Bild, aus dem man auf eine ungefähre Richtung oder Art und Größe der Schwankungen schließen könnte. Gerade Striche, kurze auf einen kleinen Umkreis beschränkte, dann wieder geschwungene Linien wechseln in steter Folge ab. Bezeichnend für alle sind die beträchtlichen frontalen und sagittalen Schwankungen von 3,2 bzw. 4,4 cm, wobei, wie immer, die Gesamtverlagerung während der Versuchsdauer gemessen wurde. Auch beim Hocken schwankt der Kopf demnach mehr in sagittaler, als in frontaler Richtung.

Die Schwerpunktsschwankungen beim Hocken.

Entsprechende Kurven liefert die Bestimmung der Horizontalverschiebungen des Schwerpunktes.

Tabelle 7.

		Frequenz der Körperschwankungen pro Minute	Größe der Schwankungen G. W.	K. W.	M. W.	
Vers.-Pers.	1	28 (2)	30	1	11	mm
„	2	36 (6)	12	1	4,5	„
„	3	33 (15)	10	1	2,5	„
„	4	34 (10)	37	1	11,5	„
„	5	34 (2)	24	1	9,2	„

[8]) A. Basler, Z. f. Biol. Bd. 88, S. 523, 1929.

Die Tabelle 7 gibt uns in der ersten Spalte, wie auch bei den früher gezeigten, einen Überblick über die Schwankungsfrequenzen. Versuchsperson 2–5 besitzen eine Schwingungszahl von 33–36, Versuchsperson 1 von 28. Letztere Zahl kann uns insofern nicht verwundern, als bei sämtlichen Stellungen des Betreffenden die niedrigsten Frequenzen ermittelt wurden.

Bedeutend sind ferner die zahlreichen rudimentären Zacken, besonders bei Nr. 3 (Tabelle 7).

Die Schwankungsgröße nimmt ähnliche Ausmaße an, wie beim Stehen; die Mittelwerte sind oft sogar größer.

Im ganzen verlaufen die meisten Kurven unregelmäßig und ungesetzmäßig. Nach Vorwärtsbewegungen, die verschiedene Zeiten bis 25 Sek. umfassen, erfolgen erneut Verlagerungen nach rückwärts. Es treten plötzlich große Zacken bis 37 mm Höhe auf, dann wieder eine Reihe kleiner. Im Verlauf der Versuche kommt es schließlich zu ausgedehnten Endverlagerungen nach vor- oder rückwärts.

Von diesen Kurven weicht im wesentlichen diejenige der Versuchsperson 3, der beim Knien bereits erwähnten Hausgehilfin, ab. Sie zeigt in ihrem Aussehen größere Ruhe und Beständigkeit. Hier ist der Schwankungsablauf nicht durch ausgedehnte, ungleichmäßige, plötzliche Schwerpunktsschwankungen unterbrochen. Aus den Zahlenwerten von Tabelle 7 kann die Besonderheit dieser Schwankungsweise ersehen werden. Wenn man bedenkt, daß bei der Hausarbeit des öfteren die Hockstellung eingenommen werden muß, so können die gefundenen Zahlen, die doch das Verhalten des Körpers widerspiegeln, keine Besonderheit, sondern neben persönlicher Veranlagung das Zeichen von Gewöhnung an diese Stellung bedeuten.

Im übrigen kann aber aus dem Verhalten der anderen Versuchspersonen, bzw. deren Schwerpunktsaufzeichnungen geschlossen werden, daß das Hocken für den weniger Geübten unsicher ist, und mit der Zeit zur Ermüdung führt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Beim Stehen erfuhren Blutdruck, Puls und Atmung eine bedeutende Steigerung gegenüber dem Liegen.

2. Die Frequenz der horizontalen Schwerpunktsschwankungen betrug 24—27 Ausschläge pro Minute, die Höhen der Zacken erreichten einen Wert von 12—40 mm.

3. Die Verlagerungen des Fußpunktes der Schwerlinie bewegten sich bei einer bestimmten Versuchsperson von 11,0 bis 12,1 cm von dem hinteren Rand des Fußumrisses an gerechnet. Dieser Verschiebung von 11 mm entsprach an der Kurve eine Zackenhöhe von 22 mm.

4. Das Kephalogramm beim Stehen zeigte eine sagittale Ausdehnung von 2,5—7,5 cm und eine frontale von 2,2 cm. Alle diese Ergebnisse beweisen eine relativ große Unsicherheit beim Stehen.

5. Das Sitzen beschleunigte ebenfalls den Puls und die Atmung gegenüber dem Liegen. Die Blutdruckerhöhung zeigte weitgehende Unterschiede bei den einzelnen Versuchspersonen: sie war aber immer niedriger, als beim Stehen.

6. Bei den Diagrammen des Pinselapparates konnten kleinere Ausmaße festgestellt werden, wobei die frontalen nur die Hälfte so groß waren, wie die sagittalen: im ganzen nur einhalb mal so groß, als beim Stehen.

7. Die Schwerpunktsverlagerungen waren gleichfalls entsprechend gering.

8. Beim Knien lagen die Werte von Blutdruck, Puls und Atmung durchschnittlich zwischen denjenigen beim Sitzen und Stehen.

9. Die Bewegungen des Kopfes waren mitunter ausgedehnter und vielseitiger, als bei stehender Körperhaltung.

10. Ein ähnliches Bild ergaben die Schwerpunktsschwankungen. Daraus kann man sehen, daß das Knien für die meisten Menschen ungewohnt und anstrengend ist.

11. Der Vorteil der sogen. Schneiderstellung hinsichtlich von Blutdruck, Puls und Atmung ist auch für den Ungeübten sichtbar. Die Werte hielten sich niedriger als beim Sitzen.

12. Die Aufzeichnungen mit dem Pinselapparat waren kleiner bei Gewöhnung an die Schneiderstellung.

13. Die Verlagerungen des Körpers bzw. des Schwerpunktes verliefen verhältnismäßig gleichmäßig.

Das Sitzen und die Schneiderstellung beanspruchen den Körper in ähnlicher Weise.

14. Beim Hocken, einer seltener ausgeübten Stellung, erreichte der Blutdruck oft Werte, die über diejenigen beim Stehen gefundenen hinausgingen. Dagegen steigerten sich Puls und Atmung fast nur in derselben Weise, wie beim Sitzen.

15. Bezeichnend für die Hockstellung waren die ausgedehnten frontalen und sagittalen Schwankungen des Kopfes.

16. Die horizontalen Schwerpunktsverschiebungen ähnelten in ihrer Größe denjenigen beim Stehen; ihre Frequenz war aber erhöht. Daraus kann auf die große Unsicherheit beim Hocken geschlossen werden. Eine gewisse Gewöhnung drückte sich in einer Verringerung der Zackenhöhe aus.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Basler für die Überlassung des Themas und die Unterstützung, die er mir während der Versuche durch seinen Rat erwies, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Am 16. August 1903 wurde ich als Sohn des Baumeisters Josef Just und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Karnasch, in Breslau geboren. Nach bestandener Reifeprüfung am Matthiasgymnasium in Breslau widmete ich mich zunächst dem juristischen Studium in München und Breslau. Im November 1931 ließ ich mich an der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität für die medizinische Fakultät immatrikulieren. Nach Beendigung der Studienausbildung bestand ich am 26. Februar 1938 in Breslau das medizinische Staatsexamen. Während meiner Medizinalpraktikantenzeit war ich an verschiedenen Krankenhäusern tätig. Nach meiner Bestallung als Arzt am 4. April 1939 bin ich bis jetzt als Volontärarzt beschäftigt.